



«Материаловедение и обработка материалов»



Лабораторная работа №2

Lab_2_1MA_MiOM_LNA_23_02_2016

Доцент Лалазарова Н.А.
Ассистент Чигрин А.А.

2016

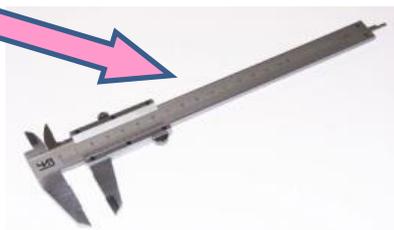
Лабораторная работа №2

СВАРОЧНАЯ ПРОВОЛОКА И ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ

Цель работы - изучение маркировки, областей применения сварочной проволоки и электродов различных типов, освоение основных технологических приемов ручной электродуговой сварки.

Оборудование, приборы и материалы:

1. Сварочная проволока.
2. Плавящиеся электроды.
3. Штангенциркуль.



Оборудование, приборы и материалы:



Электродержатель



Трансформатор



Сварочный
выпрямитель

РАБОЧЕЕ МЕСТО СВАРЩИКА (СВАРОЧНЫЙ ПОСТ)



ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА СВАРЩИКА

Костюм
сварщика

Войлочные
рукавицы



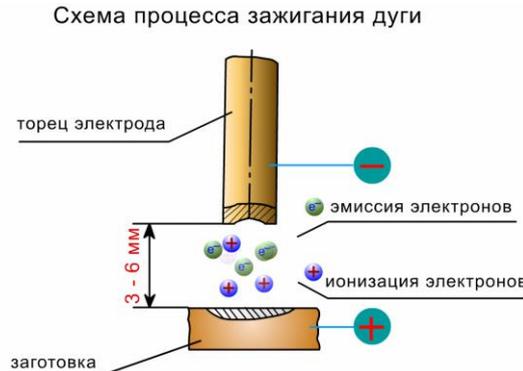
Защитный
щиток
сварщика



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Сварка – это технологический процесс получения неразъемных соединений за счет использования межатомных и межмолекулярных сил сцепления. Электродуговая сварка осуществляется за счет тепла электрической дуги, которая горит между электродом и свариваемым изделием. Ручная дуговая сварка выполняется сварочными электродами, которые перемещают вручную вдоль свариваемых изделий.

Электродуговая сварка характеризуется наличием **источника тока, электрода и электрической дуги.**



Электрическая дуга – это мощный электрический разряд, который образуется в той или иной ионизированной среде.

В дуговом пространстве под влиянием высокой температуры возникает эмиссия электронов с торца электрода (катода). Столкновение электронов, которые двигаются к аноду, с молекулами газов и паров металла приводит к их ионизации. Процесс зажигания дуги заканчивается возникновением устойчивого дугового разряда в столбе дуги.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Сварка плавящимся электродом по **методу Славянова**. Применяется при ручной, полуавтоматической и автоматической сварке и для наплавки черных и цветных металлов.

Дуга постоянного или переменного тока горит между сварочной проволокой или плавящимся электродом 1 и свариваемым изделием 3.

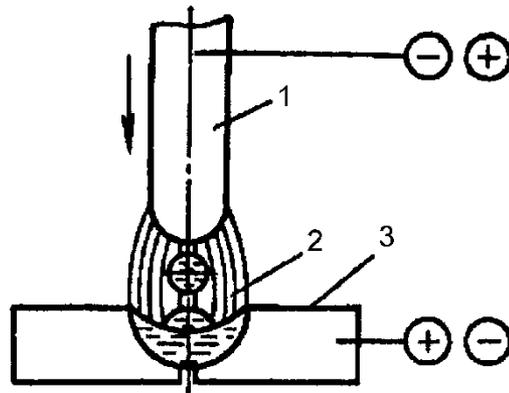


Схема сварки плавящимся электродом: 1 - электрод; 2 - дуга прямого действия; 3 - основной металл

Плавящийся электрод изготавливается из **сварочной проволоки**, на которую **наносится покрытие**. Сварочная проволока является **проводником электрического тока** и **участвует в формировании сварного шва**. Сварочную проволоку используют при изготовлении электродов, при самых распространенных видах сварки — ручной дуговой, газовой и с использованием полуавтоматов и автоматов всех типов, для наплавки.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Сварочную проволоку используют при изготовлении электродов, при самых распространенных видах сварки — ручной дуговой, газовой и с использованием полуавтоматов и автоматов всех типов. Для изготовления плавящихся электродов используют холоднотянутую проволоку, полосу или ленту из стали, меди, медных или алюминиевых сплавов. ДСТУ 2246-70/80 на стальную сварочную проволоку предусматривает 77 марок проволоки диаметром от 0,1 до 12 мм (0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм).

По химическому составу **стальная сварочная проволока делится на группы:**

❄️ низкоуглеродистая и низколегированная проволока (Св-08, Св-08А, Св-08ХГМ и др.) для сварки малоуглеродистой стали;



❄️ легированная проволока (Св-18ХМА, Св-10Х5М и др.) для сварки легированных сталей;

❄️ высоколегированная проволока (Св-06Х19Н9Т, Св-06Х19Н10М3Т и др.), которая используется для сварки нержавеющей сталей и других высоколегированных сталей.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

В марке проволоки «Св» обозначает «сварочная», буквы и цифры – ее химический состав. Например, проволока марки Св-08ГС содержит: 0,08 % С; 1 % Мn; 1 % Si. Цифра перед «Св» обозначает диаметр проволоки. Химические элементы, содержащиеся в металле электродной проволоки, обозначают такими буквами:

А - азот (только для высоколегированных марок проволоки), **Б** - ниобий, **В** - вольфрам, **Г** - марганец, **Д** - медь, **М** - молибден, **Н** - никель, **С** - кремний, **Т** - титан, **Ф** - ванадий, **Х** - хром, **Ц** - цирконий, **Ю** - алюминий, **Р** - бор.



Одна или две буквы «А» в конце марки проволоки указывают на пониженное содержание, вредных для сварки примесей - серы и фосфора.

«А» – $0,02\% \leq P, S \leq 0,03\%$

«АА» - $P, S \leq 0,02\%$

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

По требованию потребителя проволока может изготавливаться из стали, которая выплавлена: 1) электрошлаковым (Ш) переплавом, 2) вакуумнодуговым (ВД) переплавом, 3) в вакуумноиндукционных печах (ВИ).

При этом дополнительные требования к металлу проволоки (ужесточение норм по содержанию вредных и посторонних примесей,



введение ограничений по содержанию газов, неметаллических включений и т. д.) устанавливаются соглашением сторон.

По виду поверхности проволока выпускается **неомедненной** и **омедненной** (в маркировке присутствует буква О). Омедненная проволока применяется для сварки конструкций и изделий, изготовленных из углеродистой или низколегированной стали. Ее назначение – создать антикоррозионную защиту шву, а также способствовать устойчивости горения дуги. Особенно это актуально при проведении газовой сварки.

ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Назначение электродов: они являются проводниками сварочного тока и участвуют в формировании сварного шва. По своей природе электроды делятся на две группы: **плавящиеся и неплавящиеся.**

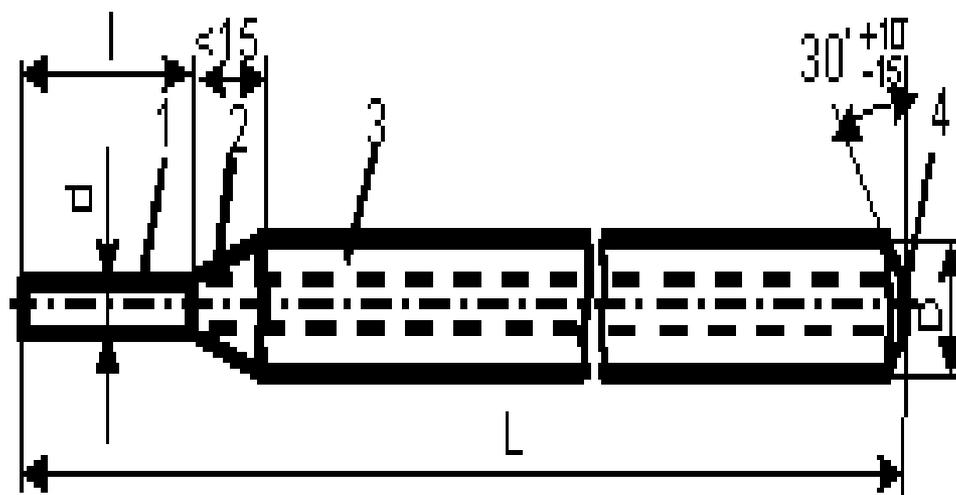
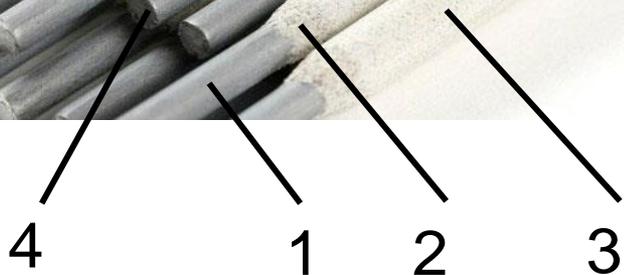


Схема плавящегося электрода: 1 – стержень из сварочной проволоки ; 2 - участок перехода; 3 - покрытие; 4 - контактный торец без покрытия.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

При изготовлении электродов для ручной дуговой сварки на проволоку наносятся покрытия с целью облегчения условий зажигания дуги, обеспечения её стабильного горения и защиты расплавленного металла от кислорода и азота воздуха. В состав покрытия электродов входят раскисляющие, шлакообразующие, газообразующие, легирующие, связующие и стабилизирующие компоненты.

1) **Раскисляющие компоненты** - ферросилиций, ферромарганец, ферротитан, металлический алюминий -



взаимодействуют с растворенным в металле сварочной ванны кислородом, превращая его в окислы.

Предназначены для защиты металла сварочной ванны от окисления, которое может происходить за счет кислорода из воздуха или из компонентов покрытия.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

2) **Газообразующие компоненты** - крахмал, древесная мука, целлюлоза, мрамор - при плавлении покрытия образуют газы, которые способствуют защите металла сварочной ванны, от влияния окружающей атмосферы.

3) **Стабилизирующие компоненты** - поташ, известняк, мрамор, соли щелочных и щелочно-земельных металлов — способствуют легкому зажиганию и устойчивому горению дуги.



4) **Шлакообразующие компоненты** — обеспечивают получение шлаков, которые защищают сварочную ванну от действия атмосферы,

химически связывают или растворяют в себе окислы металла и замедляют скорость охлаждения металла сварного шва.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

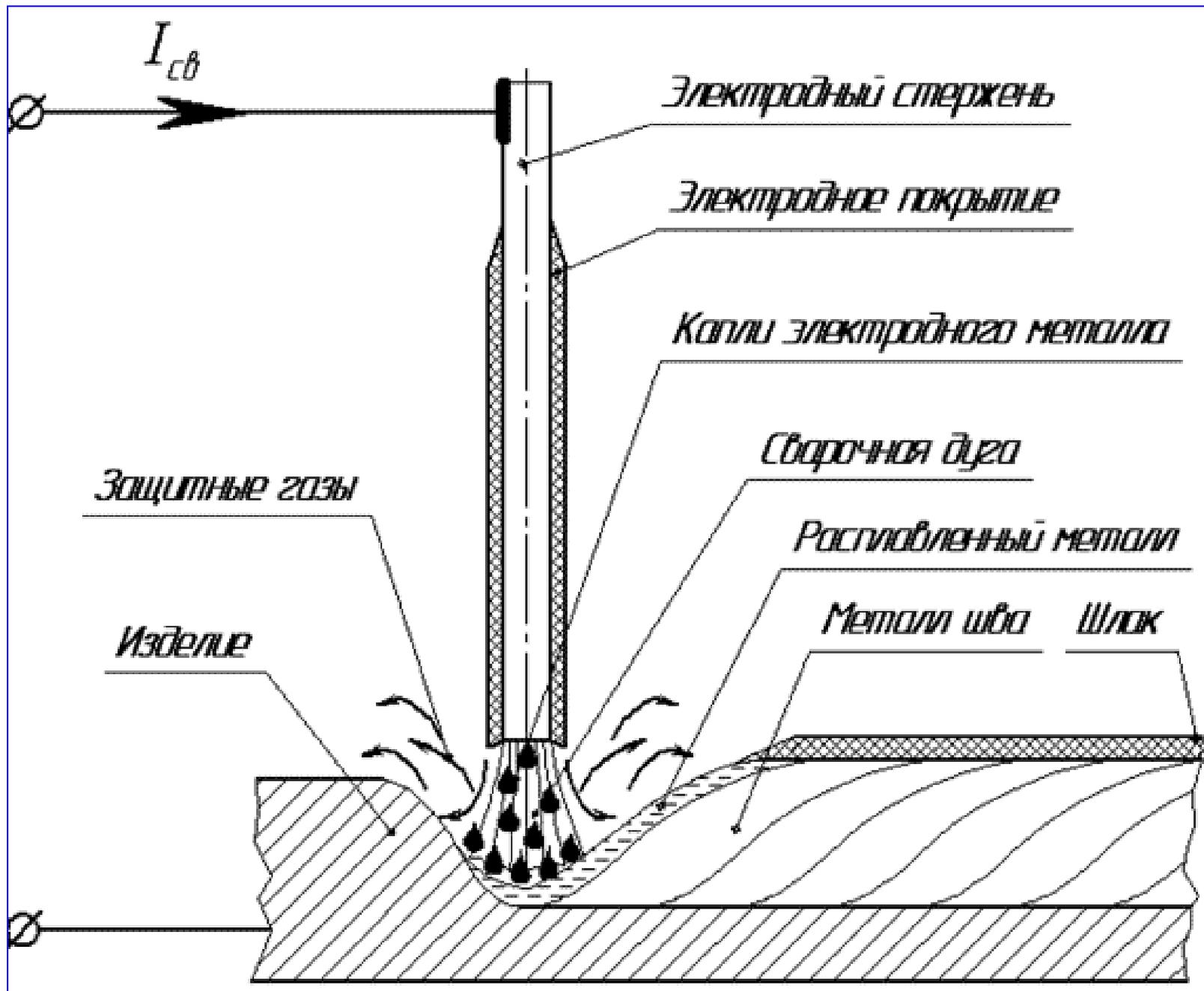
5) **Связующие компоненты** — жидкое стекло - придают необходимую прочность покрытия.

6) **Легирующие компоненты** — обеспечивают получение металла шва заданного химического состава, что гарантирует необходимые свойства сварных соединений.



В качестве легирующих компонентов применяются: феррохром, ферротитан, ферромolibден, феррованадий, ферромарганец, ферросилиций, графит и др.

Некоторые компоненты, например, мрамор является одновременно ионизирующим, газообразующим, шлакообразующим компонентом покрытия.



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Электроды для ручной дуговой сварки классифицируются по двум признакам: по назначению и по виду покрытия. По назначению электроды делятся на типы:

1) для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с σ_B до 600 МПа.



Это электроды: Э38, Э42 и др. (цифра после буквы “Э” обозначает временное сопротивление металла шва в 10^{-1} МПа); например, электрод типа Э42: $\sigma_B=420$ МПа;

2) для сварки легированных конструкционных сталей с $\sigma_B > 600$ МПа: Э64, 100 и др.;

3) для сварки легированных теплостойких, жаропрочных сталей: Э-09М, Э-09МХ. В марке находит отражение химический состав наплавленного металла; например, электрод типа Э-09М содержит: 0,09 % С, не более 1 % Мо;

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

4) для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами: Э-12Х13, Э-10Х17Т и др;

5) для наплавки слоев с особыми свойствами: для наплавки деталей, которые работают в условиях ударных нагрузок (Э-30Г2ХМ, Э-10Г2),



штампов горячей штамповки (Э-90Х4М4ВФ), металлорежущего инструмента (Э-105В6Х5М3Ф3).

По **виду покрытия** электроды подразделяются следующим образом:

1) С кислым покрытием (обозначаются буквой А); 2) С основным покрытием (Б); 3) С рутиловым (Р); 4) С целлюлозным покрытием (Ц); 5) С покрытием смешанного типа (обозначаются двумя буквами); 6) С покрытием другого вида (П).

Электроды подразделяются также **по толщине покрытия** на электроды с тонким, средним, толстым и особенно толстым покрытиями (Обозначаются буквами М, С, Д, Г соответственно).

ТИПЫ ЭЛЕКТРОДОВ

Тип электрода	Сварные соединения, выполненные электродами диаметром				
	3 мм и больше			Менше 3 мм	
	Временное сопротивление, σ_B , МПа	Относительное удлинение, δ %	Ударная вязкость, КС, МПа	Временное сопротивление, σ_B , МПа	Угол сгиба образца, град
Э38	380	14	30	380	60
Э42	420	18	80	420	150
Э46	460	18	80	460	150
Э50	500	16	70	500	120
Э42А	420	22	150	420	180
Э46А	460	22	140	460	180
Э50А	500	20	130	500	150
Э55А	550	20	120	550	150
Э60	600	18	100	600	120
Э70	700	14	60	---	---
Э85	850	12	50	---	---
Э100	1000	10	50	---	---
Э125	1250	8	40	---	---
Э150	1500	6	40	---	---

ВЫБОР РЕЖИМА СВАРКИ

Основными параметрами режима ручной дуговой сварки является диаметр электрода и сила сварочного тока. Скорость сварки и напряжение дуги при ручной сварке, как правило, не регламентируются, их подбирает сам сварщик в зависимости от марки электрода и положения швов в пространстве. **Технологические параметры электродуговой сварки:**

1. Тип электрода назначают в зависимости от состава и свойств свариваемого металла.

2. Зная толщину свариваемого металла, слой (первый или последующий) и положение шва в пространстве, выбирают диаметр электрода.

Толщина δ , мм	До 2	3–5	5–10	11–24 и более
Диаметр электрода $d_э$, мм	1–2	3–4	4–5	5–6

ВЫБОР РЕЖИМА СВАРКИ

Можно измерить толщину свариваемой пластины (δ) и определить диаметр электрода (d) по следующей формуле:

$$d = \frac{\delta}{2} + 1, \text{ мм}$$

3) Силу сварочного тока I выбирают в зависимости от диаметра электрода ($d_э$):

$$I = K \cdot d_э,$$

где K – коэффициент, который зависит от материала электрода (для низкоуглеродистых сталей $K = 40\text{--}60$ А/мм, для высоколегированных сталей $K = 35\text{--}40$ А/мм).

4) Длину дуги рассчитывают по формуле, мм:

$$L_д = (0,5 \cdot d_э + 1), \text{ мм}$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Провести инструктаж по технике безопасности.



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2. Ознакомиться с коллекцией электродов.

3. Штангенциркулем измерить толщину свариваемой заготовки (δ) и определить диаметр электрода (d) по формуле:

$$d = \frac{\delta}{2} + 1, \text{ мм}$$

4. Определить силу сварочного тока по формуле:

$$I = K \cdot d_{\text{э}},$$

5. Определить длину дуги по формуле:

$$L_{\text{д}} = (0,5 \dots 1,1)d, \text{ мм}$$

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

6. Зачистить край свариваемой заготовки от окалины, ржавчины и грязи.

7. Коснуться торцом электрода свариваемых заготовок.



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

8. Создать короткое замыкание электрода на заготовку.



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

9. После короткого замыкания электрод отвести от свариваемых заготовок на расстояние, которое равняется длине дуги (3...4) мм.
10. По мере расплавления электрода перемещать его вдоль формирующегося шва.



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

11. Во время сварки тонких листов шов накладывать в виде узкого валика.

12. В случае многослойной сварки шов после каждого перехода тщательно зачистить от шлака, образовавшегося из электродного покрытия.

13. Написать отчет о проделанной работе.

ОТЧЁТ О РАБОТЕ

Отчет о работе должен включать:

- 1) Цель работы;
- 2) Краткое изложение теоретических основ работы;
- 3) Схему плавящегося электрода.
- 4) Схему сварки плавящимся электродом.
- 5) Порядок выбора основных параметров ручной электродуговой сварки.
- 6) Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается суть электродуговой сварки?
2. Что представляет собой сварочная дуга?
3. Какие Вы знаете источники тока?
4. Что представляет собой специальная внешняя характеристика источника тока и какой она должна быть при ручной дуговой сварке?
5. Каково назначение электродов?
6. Как классифицируется стальная сварочная проволока?
7. С какой целью на электроды при ручной дуговой сварке наносят покрытие?
8. Как выбирают параметры электродуговой сварки (диаметр электрода, силу сварочного тока, длину дуги)?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1) Изучить суть сварки неплавящимся электродом.

2) Изучить марки электродов из цветных металлов и сплавов.



Кафедра технології металлов и матеріалознавства

г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М
Tel.(8-057)707-37-92

